

INTRODUÇÃO AOS PROTOCOLOS DE ILUMINAÇÃO: DMX512 E ART-NET

Luís Augusto Spranger

<http://www.lumikit.com.br>

MOTIVAÇÃO

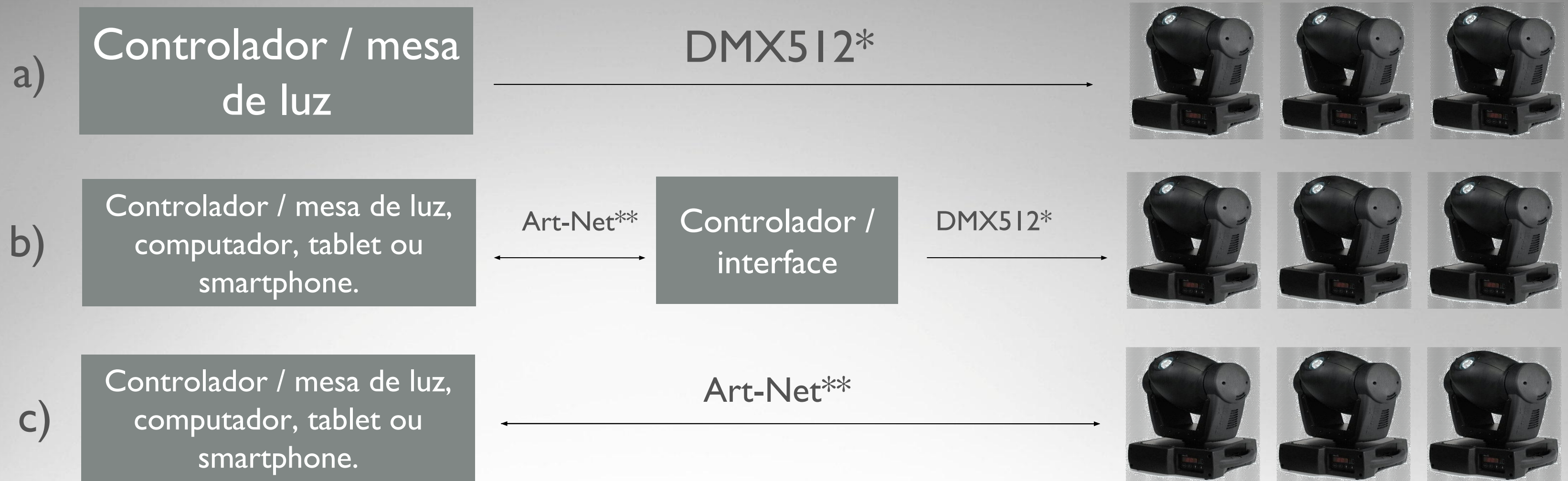
- Muitas dúvidas dos técnicos;
- Informações incorretas na internet;
- DMX512 ou Art-NET estão presentes em todos os produtos Lumikit:
 - DMX512:
 - Interfaces;
 - Placas de controle de LED/dimmer/relê;
 - Art-NET:
 - Interfaces;
 - Softwares;

PROTÓCOLOS DE COMUNICAÇÃO

- Normas, regras e procedimentos que definem como será feita a comunicação entre dois ou mais aparelhos ou dispositivos;
- Garante compatibilidade entre aparelhos de diferentes fabricantes;

APLICAÇÕES DOS PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO EM SISTEMAS DE ILUMINAÇÃO

- Comunicação entre o controlador (mesa de luz) e os aparelhos de luz:



* Especificações novas do DMX permitem que o controlador receba dados (RDM), não será abordado nesse vídeo;

** Além do Art-Net existem outros protocolos e/ou meios de troca de dados (exemplo: ACN);

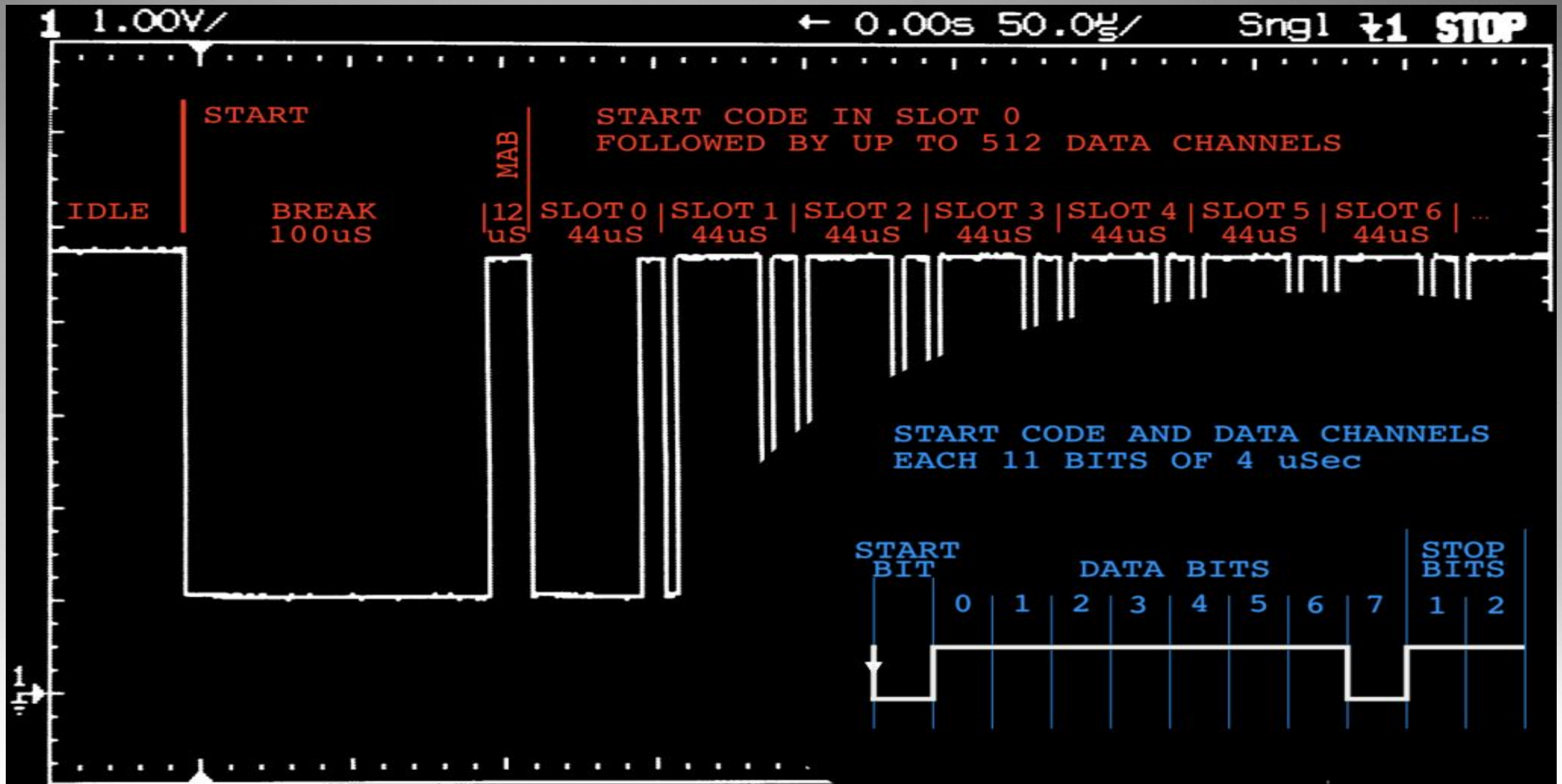
DMX512 - INTRODUÇÃO

- Protocolo compatível com praticamente qualquer aparelho de iluminação.
- Criado no ano 1991 pela USITT [Organização americana de teatro] (<http://www.usitt.org/>)
- Baseado em uma rede digital RS485 (ANSI/TIA/EIA-485, TIA/EIA-485, EIA-485), que tem como principal característica usar 3 fios para transmissão de dados de forma serial;
- Define regras para tipo de sinal, cabos, conectores, etc...

DMX512 - SINAL DIGITAL

- Sinal é dividido em pacotes:
 - O início do pacote tem uma marcação (Break) - mínimo 92us (o aparelho que recebe o sinal, reconhece a partir de 88us);
 - Logo após vem o MAB (Mark after break) - mínimo 12us (o receptor reconhece a partir de 8us);
 - Esse seguida são enviados mais 513 slots, pois cada pacote tem normalmente 1 + 512 slots (bytes), cada slot tem 8 bits, ou seja o valor varia de 0 até 255 (em decimal), em geral o primeiro slot tem o valor 0 (eventualmente era usado para definir universos extras);
 - Os bytes são transmitidos a 250 Kbps (Kilobits por segundo), dessa forma cada slot tem 44us;

DMX512 - ANALISE DO SINAL



Annotated trace of DMX-512 signal" by Jonathan Laventhol at en.wikipedia.

DMX512 - ANALISE DO SINAL

- Demonstração prática:
 - analisar o sinal DMX de uma interface Lumikit WiFi em um analisador lógico.

DMX512 - TEMPO / QUANTIDADE DE CANAIS

- $100\text{us} + 20\text{us} + (513 * 44\text{us}) = 22,7\text{ms}$, dessa forma $1000\text{ms}/22,7\text{ms} = \sim 44$ FPS, então a velocidade máxima é de 44 FPS (frames ou pacotes em 1 segundo), então:
 - Não é vantagem incluir mais canais em um pacote DMX, por exemplo DMX1024, nesse caso o tempo total seria dividido e teríamos apenas 22 FPS!
 - Também não é vantagem incluir mais universos na mesma linha DMX (usando o primeiro slot que geralmente tem o valor 0 pois a quantidade de pacotes DMX por universo).
 - Quase nenhum aparelho no mercado está preparado para reconhecer mais de 512 canais ou mais de 1 universo em uma linha DMX.

DMX512 - ENDEREÇAMENTO

- É necessário pois todos os aparelhos DMX na linha recebem o mesmo sinal DMX (o sinal é BROADCAST, parecido com o da radio, o sinal de todas emisoras chega no seu rádio, mas você sintoniza apenas uma emissora!).
- Cada aparelho tem uma quantidade pré-definida de canais DMX de acordo com suas funções, exemplo, um moving: PAN, TILT, COR, GOBO.
- Alguns aparelhos podem usar todos os 512 canais da linha, exemplo: placas de LED.

DMX512 - ENDEREÇAMENTO

- Demonstração prática:
 - Ligar 2 PAR LED na mesma linha.
 - Canal 1, 2 e 3: efeitos;
 - Canal 4: dimmer;
 - Canal 5, 6 e 7: R,G e B;

DMX512 - UNIVERSOS

- Dependendo da quantidade de aparelhos DMX, os 512 canais não são suficientes, nesse caso se adicionam mais linhas com 512 canais.
- Exemplo: para ligar 40 moving heads de 24 canais cada serão necessários um total de 960 canais DMX, então para ligar essa quantidade de aparelhos, eles deverão ser divididos em 2 linhas DMX diferentes, cada uma tem 512 canais DMX, cada linha é chamada de universo DMX, pois o valor dos canais DMX é diferente de uma linha para a outra.



DMX512 - UNIVERSOS

- Demonstração prática:
 - PAR LEDs no mesmo canal DMX, mas ligados em diferentes universos na interface Lumikit PRO X4.

DMX512 - IMPORTANTE!

- DMX512 não possui verificação de erro (checksum, CRC, etc.), portanto o DMX512 não pode ser utilizado para nada além de controle de luz, por exemplo (mesmo usando combinação especial de canais/valores):
 - Controle motores de cortinas em palcos (para abrir e fechar);
 - Controle de bases mecânicas (guinchos, talhas, etc.);
 - Acionamento de fogos de artifício!
 - etc. (Nada que coloque alguém em risco).

DMX512 - CABEAMENTO

- Usar cabo digital de 2 vias + malha (cabo tipo manga);
- Não usar cabo de microfone (em distâncias pequenas pode funcionar, mas não é recomendado devido as características elétrica desse cabo);
- (Já utilizei cabos de rede ethernet CAT5 em instalações com bons resultados, cabo de rede: 4 pares trançados, 1 par para o DMX+ e DMX - e os outros 3 pares com o TERRA) [Esse tipo de cabo não é recomendado! Use por conta e risco próprios];

DMX512 - CONECTORES

- Conector XLR de 3 pinos é proibido pela norma DMX:
 - Provavelmente em razão desse conector ser muito utilizado em instalações de som, dessa forma evitara confusões;
 - Mas o conector de 3 pinos é o mais usado em todos os aparelhos DMX disponíveis comercialmente;
 - A norma DMX512 exige o uso de conectores com 5 vias! (os 2 pinos extras são utilizados para retorno de sinal, no caso de RDM ou então para um universo a mais);
- Utilização dos pinos nos conectores de 3 vias:
 - A ou '+' ou DMX+ ou pino não invertido (pino 3 do XLR/CANON);
 - B ou '-' ou DMX- ou pino invertido (pino 2 do XLR/CANON);
 - GND ou TERRA (pino 1 do XLR/CANON) [OBRIGATÓRIO];

DMX512 - LIMITES E RESISTOR TERMINADOR

- O DMX512 nada mais é do que uma rede RS485, portanto tem as mesmas características elétricas.
- Na rede RS485, limite de 32 pontos, portanto na linha DMX512 não podem ser ligados mais que 32 aparelhos:
 - No caso da necessidade de mais aparelhos, utilize um splitter ou uma linha DMX diferente com o mesmo universo (por isso as interfaces da Lumikit permitem usar o mesmo universo em linhas DMX diferentes, ex: PRO X4).
- A rede RS485 tem uma impedância de 120 ohms, em casos de linhas DMX extensas (> ~20 metros) utilizar um resistor de 120 ohms 1/2 W entre o DMX+ e DMX - (pino 3 e pino 2 do conector XLR/canon) na saída DMX do último aparelho da linha. (Evita reflexos de sinal devido a velocidade).

ART-NET - INTRODUÇÃO

- Geralmente usado para enviar os dados do controlador para uma interface que daí converte para DMX512 e envia para os aparelhos de luz.
- Definido pela Artistic License, Inglaterra (<http://www.artisticlicense.com>)
 - Art-Net I: criado em 1998, todos os pacotes são BROADCAST, impeditivo para sistemas grandes;
 - Art-Net II: criado em 2006, evolução do primeiro protocolo, definindo também pacotes UNICAST;
- Baseado em rede ETHERNET (aquela do cabinho azul ou do WiFi, provavelmente você está assistindo a essa apresentação por causa dessa rede... Ethernet = inúmeras possibilidades! protocolo TCP/IP v4 ou v6);
- Primeira interface Lumikit Art-Net final de 2008 -> comercializada em 2009.

ART-NET - BROADCAST VS. UNICAST

- BROADCAST

- Todos os aparelhos na rede recebem o pacote de dados, mas nem todos eles precisam fazer alguma coisa;
- Gasta processamento de quem não precisava receber aquele pacote;

- UNICAST

- O pacote de dados é direcionado para um IP específico, apenas o aparelho que precisa receber determinado pacote faz o processamento;
- O switch de rede faz essa divisão (dentro dos roteadores WiFi geralmente encontramos switches de rede);

ART-NET - ETHERNET: TIPOS DE PACOTES DE DADOS

- Rede Ethernet (protocolo TCP/IP v4 ou v6) possui dois tipos de pacotes de dados:
 - TCP: garante que o pacote de dados chegue do remetente ao destinatário e mantém a conexão, mesmo que apenas para garantir o envio dos dados (similar a uma ligação de telefone);
 - UDP: o pacote é enviado, mas não existe garantia que chegue no destinatário, não precisa estabelecer uma conexão (similar a uma carta enviada pelo correio);

ART-NET - TCP OU UDP?

- Art-NET utiliza UDP!
- Pouco overhead;
 - Simplificando: overhead = dados gastos para estabelecer uma conexão; (pacote ArtDMX = 530 bytes, 512 bytes para canais ~4%);
- Possui checagem de erro (pacotes com erro de transmissão são rejeitados);
- Apenas para redes locais (LAN);
- Pacotes UDP podem ser BROADCAST;

ART-NET - ENDEREÇOS IP V4

- Todos equipamentos (computadores, interfaces) conectados na rede Ethernet precisa de um número IP único na rede;
- Notação de um IP v4 é feita com 4 bytes, 1 byte vai de 0 a 255, ex: 100.100.100.100 (cuidado ao usar IP com 255, veja mais adiante);
- Dividido em classes:
 - Classe A 1.0.0.0 até 127.0.0.0: 16777216 endereços na rede;
 - Classe B 128.0.0.0 até 191.255.0.0: 65536 endereços na rede;
 - Classe C 192.0.0.0 até 223.255.255.0: 256 endereços na rede;
 - existem outras classes D e E;

ART-NET - EXEMPLO DE CLASSES / ENDEREÇOS

- Classe A (o primeiro byte deve ser igual, máscara 255.0.0.0):
 - IP 10.0.0.1, vai conversar com 10.10.9.1;
 - IP 10.0.0.1, não vai conversar com 11.10.1.1;
- Classe B (os 2 primeiros bytes deve ser iguais, máscara 255.255.0.0):
 - IP 172.16.0.1, vai conversar com 172.16.99.99;
 - IP 172.16.0.1, não vai conversar com 172.17.99.99;
- Classe C (os 3 primeiros bytes deve ser iguais, máscara 255.255.255.0):
 - IP 192.168.0.1, vai conversar com 192.168.0.99;
 - IP 192.168.0.1, não vai conversar com 192.168.10.99;

ART-NET - ENDEREÇOS IP

- Na especificação do Art-Net, é obrigatório IPs 2.x.x.x
- Softwares e interface Lumikit violam essa regra para facilitar a instalação e configuração!

ART-NET - ENDEREÇOS IP BROADCAST

- Endereços IP BROADCAST geralmente facilitam a instalação mais cuidado (entenda mais adiante);
- O byte 255 define o “BROADCAST”;
- Endereços BROADCAST por classe de IP:
 - Classe A: 10.255.255.255
 - Classe B: 172.16.255.255
 - Classe C: 192.168.0.255
 - Toda a rede: 255.255.255.255

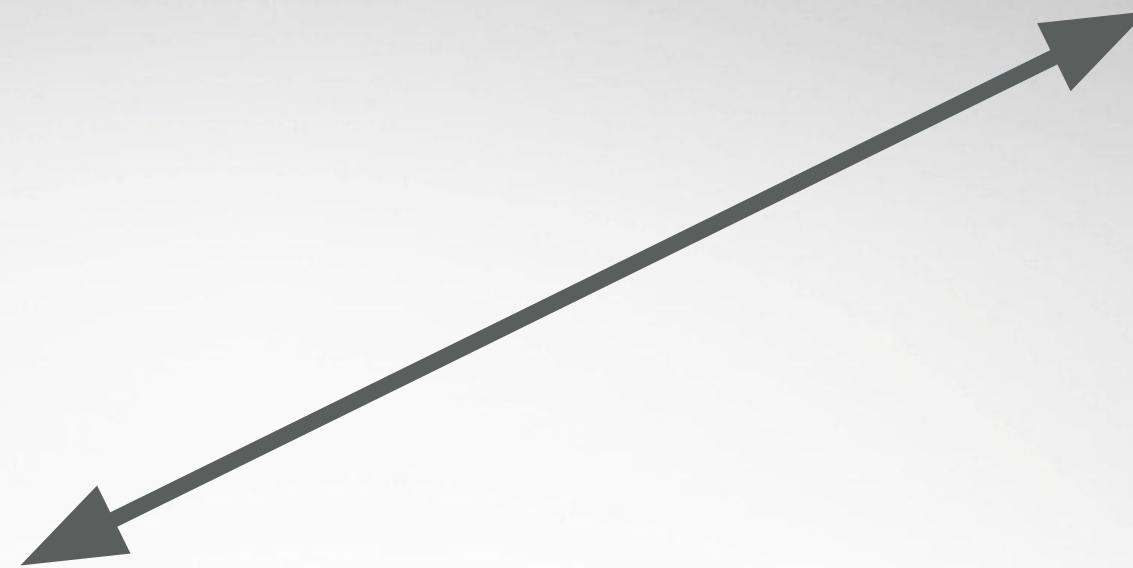
ART-NET - EXEMPLOS DE ENDEREÇOS IP NA PRÁTICA

Exemplo de configuração correta

192.168.0.100



192.168.0.1



192.168.0.10



192.168.0.30

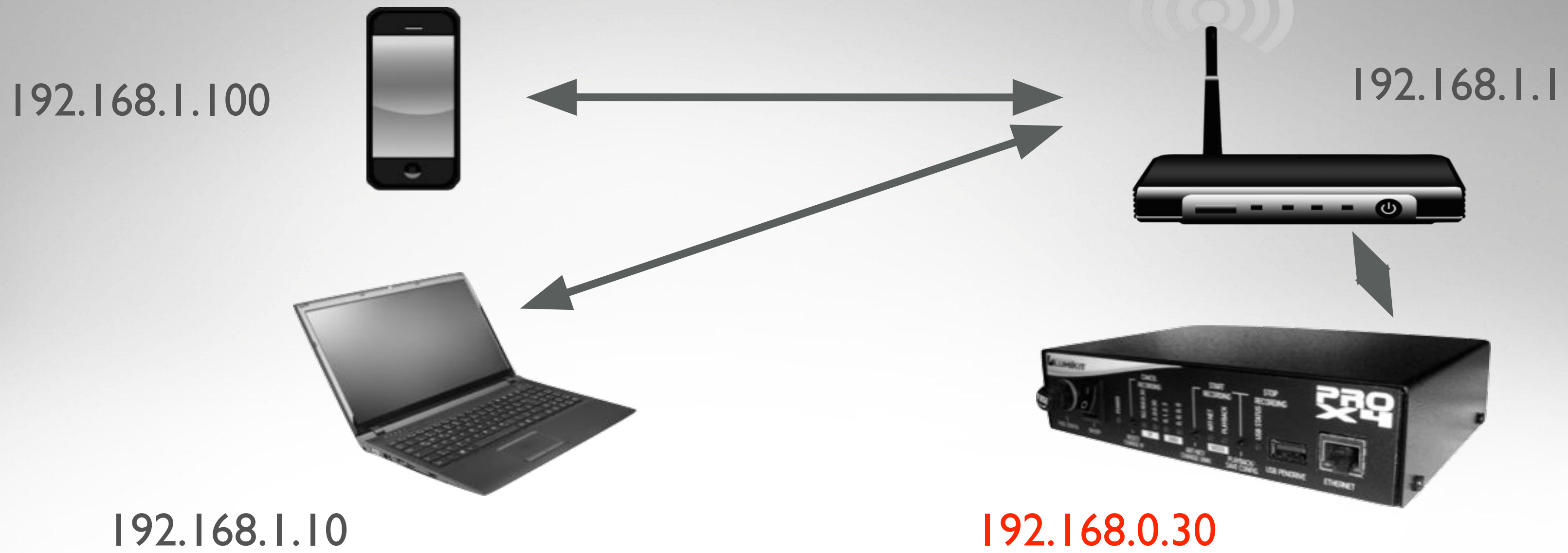


ART-NET - EXEMPLOS DE ENDEREÇOS IP NA PRÁTICA

Exemplo de configuração incorreta

Algumas consequências:

- a interface deverá ser configurada no modo BROADCAST no notebook, pois ela não vai mais responder ao ArtPING;
- o aplicativo de controle remoto no celular não vai funcionar corretamente.



ART-NET - TIPOS DE PACOTES DE DADOS

- A especificação prevê vários tipos de pacotes diferentes, ArtProg, ArtPing, ArtDmx, etc...
- Apresentação mostrará apenas o ArtDmx, sempre que for mencionado “pacote” de dados no Art-Net, me refiro a um pacote ArtDmx;
- O ArtDmx transporta (*mas de onde para onde?*) um pacote DMX de 512 bytes (podem existir variações).

ART-NET - CONTROLLER E NODE

- Em uma rede Art-Net existem:
 - Controllers (Controladores): que basicamente enviam pacotes ArtDmx pela rede;
 - Em geral só temos um controller na rede, mais que um podem causar problemas;
 - Nodes (Nós): que recebem o ArtDmx e geralmente convertem em DMX512;
 - Não há limite de nodes na rede;
- Quem é quem:
 - Controllers: computador/tablet com software de luz que controlam a iluminação, mesas de luz modernas (que são no fim são computadores);
 - Nodes: interfaces que recebem Art-Net (ArtDmx) e convertem para DMX512, aparelhos de luz que estão aptos a receber sinal ArtDmx e computador/tablet com software de luz (? como assim, ele não era controller ?).

ART-NET - BROADCAST VS. UNICAST - RELEMBRANDO

- BROADCAST

- Todos os aparelhos na rede recebem o pacote de dados, mas nem todos eles precisam fazer alguma coisa com esse pacote;
- Gasta processamento de quem não precisava receber aquele pacote;

- UNICAST

- O pacote de dados é direcionado para um IP específico, apenas o aparelho que precisa receber determinado pacote faz o processamento;
- O switch de rede faz essa divisão (dentro dos roteadores WiFi geralmente encontramos switches de rede);

ART-NET - PACOTE ARTDMX

- Estrutura de um pacote ArtDmx:
 - Assinatura [Art-Net];
 - OPICODE (Código interno para identificar o ArtDmx) [0x5000];
 - Versão do protocolo [14];
 - Universo;

ART-NET - PACOTE ARTDMX

- Demonstração com software Wireshark:

The screenshot displays the Wireshark network protocol analyzer interface. The main window title is '*Wi-Fi: en0 [Wireshark 1.12.7 (v1.12.7-0-g7fc8978 from master-1.12)]'. The menu bar includes File, Edit, View, Go, Capture, Analyze, Statistics, Telephony, Tools, Internals, and Help. The toolbar contains various icons for file operations, navigation, and analysis. The filter bar shows 'Filter: udp' with options for Expression..., Clear, Apply, and Save. The packet list pane shows two captured packets:

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
1233	70.566373000	192.168.25.7	255.255.255.255	ARTNET	572	ArtDMX (0x5000)
1234	70.631700000	192.168.25.7	255.255.255.255	ARTNET	572	ArtDMX (0x5000)

The packet details pane for packet 1234 shows the following structure:

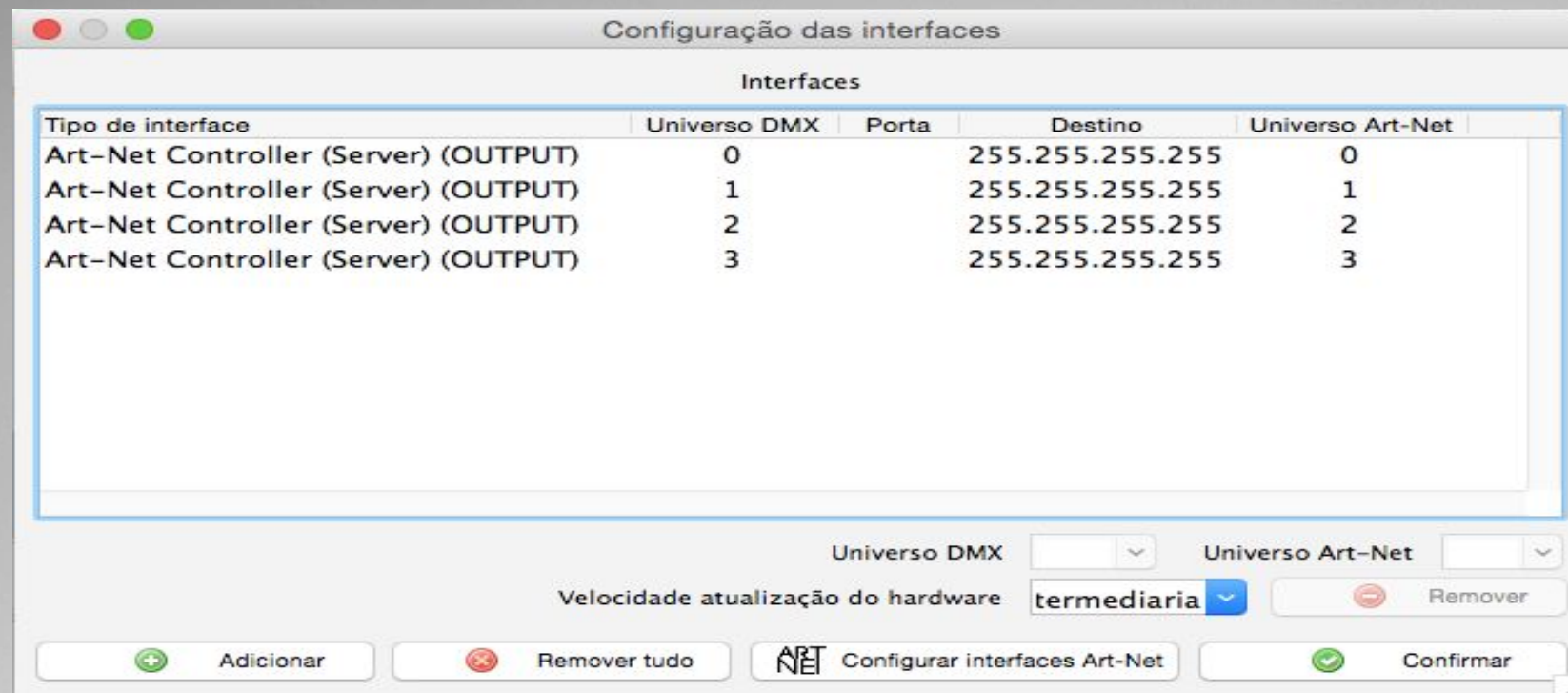
- Frame 1234: 572 bytes on wire (4576 bits), 572 bytes captured (4576 bits) on interface 0
- Ethernet II, Src: Apple_05:f4:ac (b8:8d:12:05:f4:ac), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
- Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.25.7 (192.168.25.7), Dst: 255.255.255.255 (255.255.255.255)
- User Datagram Protocol, Src Port: 61649 (61649), Dst Port: 6454 (6454)
- Art-Net, Opcode: ArtDMX (0x5000)
 - Descriptor Header
 - ID: Art-Net
 - Opcode: ArtDMX (0x5000)
 - ProVer: 14
 - ArtDMX packet
 - Sequence: 0
 - Physical: 0
 - Universe: 0
 - Length: 512
 - DMX Channels
 - 0x001: FL 94% 70% 0% 0% 0% 0% FL 94% 70% 0% 0% 0% 0% FL 94%
 - 0x011: 70% 0% 0% 0% 0% FL 94% 70% 0% 0% 0% 0% FL 94% 70% 0%
 - 0x021: 0% 0% 0% FL 94% 70% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0%
 - 0x031: 0% 77% 69% 36% 99% 0% 0% 0% 0% 0% 77% 69% 36% 99% 0%
 - 0x041: 0% 0% 0% 0% 0% 77% 69% 36% 99% 0% 0% 0% 0% 0% 20%
 - 0x051: 31% 74% 99% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0% 0%

The packet bytes pane shows the raw data in hexadecimal and ASCII. The ASCII column shows the Art-Net header: '.....6... ..Art-Ne'.

At the bottom of the interface, the status bar indicates: Art-Net (artnet), 530 bytes | Packets: 1304 · Displayed: 124 (9.5%) · Dropped: 0 (0.0%) | Profile: Default

ART-NET - EXEMPLOS CONFIGURAÇÕES I/4

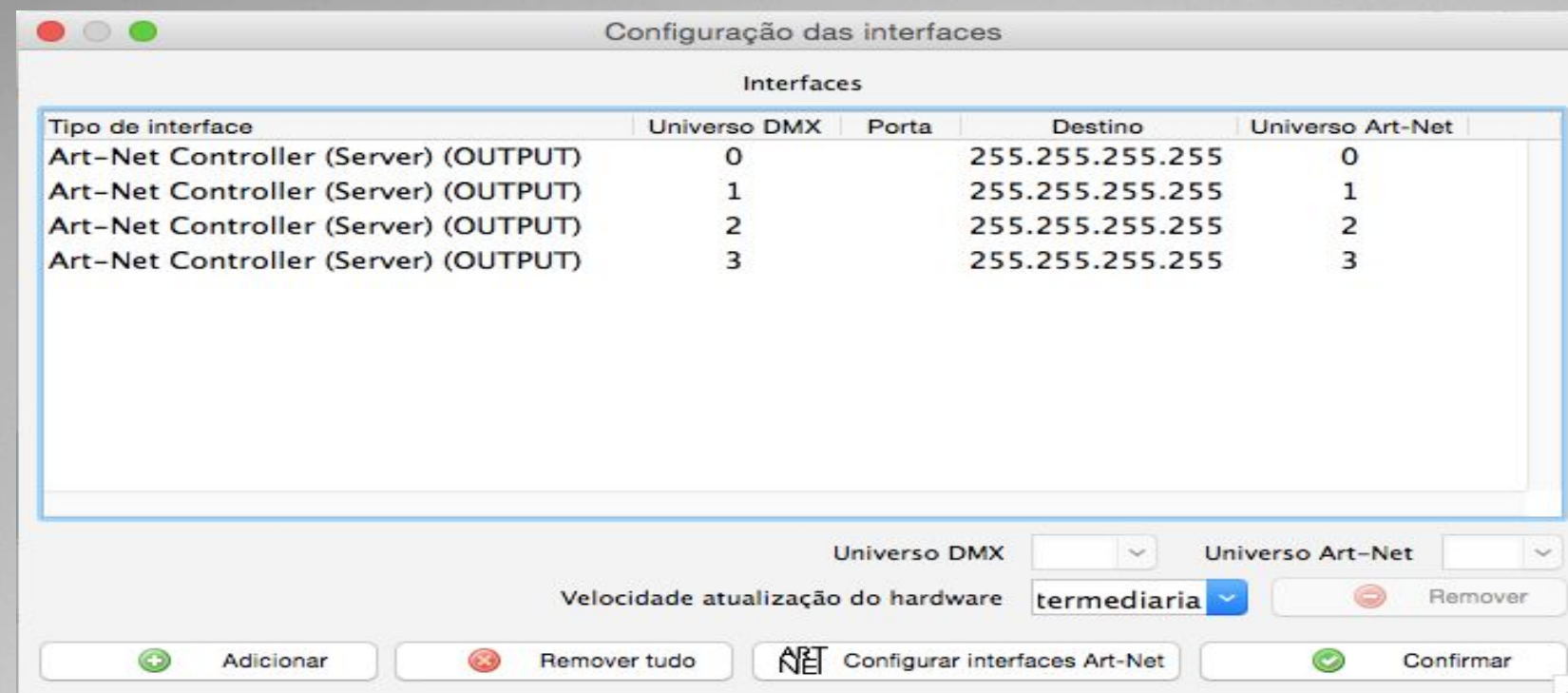
- 1 interface 4 universos: 4 Art-Net Controller em BROADCAST: **OK**



192.168.0.30
Universos: 0,1,2 e 3

ART-NET - EXEMPLOS CONFIGURAÇÕES 2/4

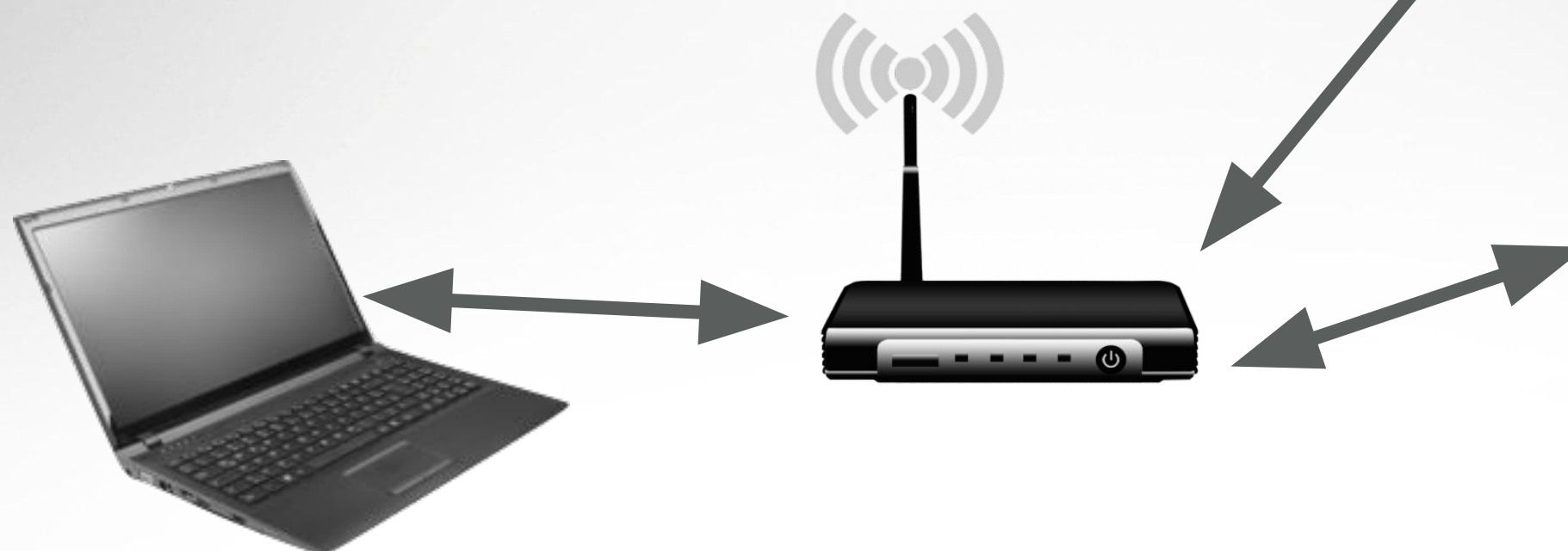
- 2 interfaces 4 universos, mesmos universos: 4 Art-Net Controller em BROADCAST: **OK**



192.168.0.31
Universos: 0,1,2 e 3



192.168.0.30
Universos: 0,1,2 e 3



ART-NET - EXEMPLOS CONFIGURAÇÕES 3/4

- 2 interface 4 universos diferentes: 8 Art-Net Controller em BROADCAST: **NÃO É INDICADO** - a interface recebe pacotes de outra interface!

Configuração das interfaces

Tipo de interface	Universo DMX	Porta	Destino	Universo Art-Net
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	0		255.255.255.255	0
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	1		255.255.255.255	1
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	2		255.255.255.255	2
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	3		255.255.255.255	3
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	4		255.255.255.255	4
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	5		255.255.255.255	5
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	6		255.255.255.255	6
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	7		255.255.255.255	7

Universo DMX: 0 | Universo Art-Net: 0

Velocidade atualização do hardware: intermediaria

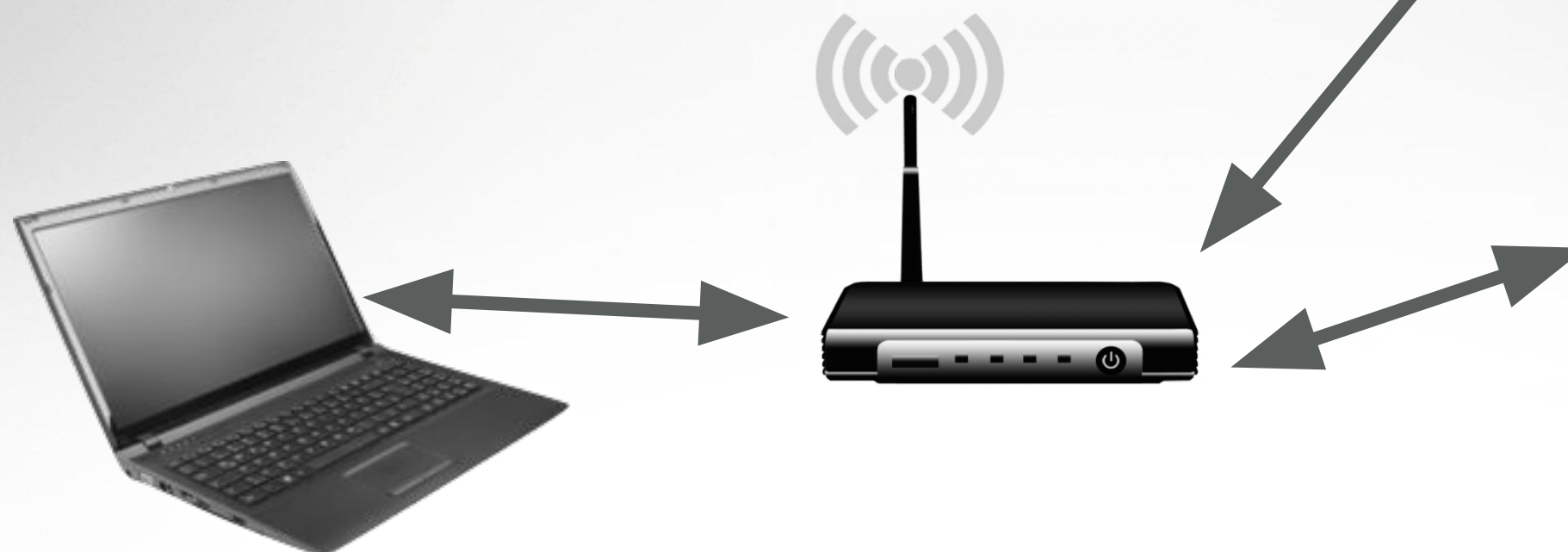
Adicionar | Remover tudo | Configurar interfaces Art-Net | Confirmar



192.168.0.31
Universos: 4,5,6 e 7



192.168.0.30
Universos: 0,1,2 e 3



ART-NET - EXEMPLOS CONFIGURAÇÕES 4/4

- 2 interface 4 universos diferentes: 8 Art-Net Controller em BROADCAST: OK, cada interface recebe o seu pacote ArtDmx de acordo com o universo!

Configuração das interfaces

Tipo de interface	Universo DMX	Porta	Destino	Universo Art-Net
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	0		192.168.0.30	0
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	1		192.168.0.30	1
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	2		192.168.0.30	2
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	3		192.168.0.30	3
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	4		192.168.0.31	4
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	5		192.168.0.31	5
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	6		192.168.0.31	6
Art-Net Controller (Server) (OUTPUT)	7		192.168.0.31	7

Universo DMX: 0 Universo Art-Net: 0

Velocidade atualização do hardware: **termediaria** Remove

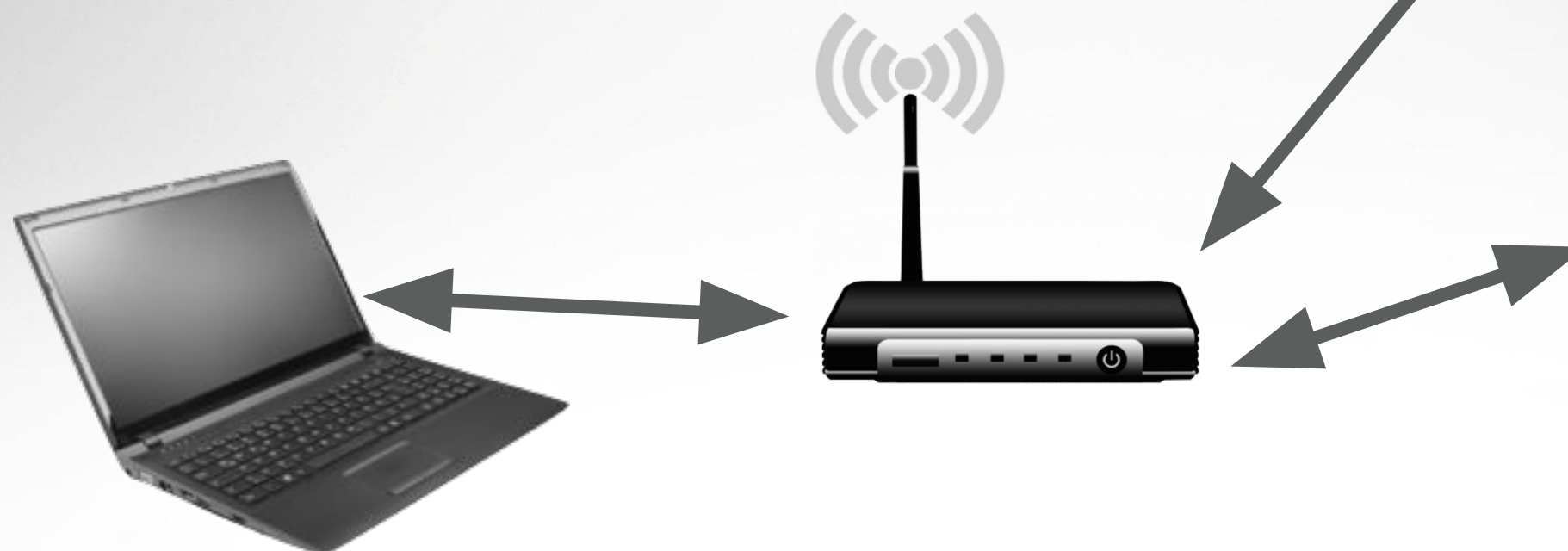
Adicionar Remover tudo Configurar interfaces Art-Net Confirmar



192.168.0.31
Universos: 4,5,6 e 7



192.168.0.30
Universos: 0,1,2 e 3



Obrigado!

Dúvidas:

suporte@lumikit.com.br